

# Untersuchung des Geräuschverhaltens von Axialkolbenmaschinen

Grahl, Thomas

Veröffentlicht in:  
Jahrbuch 1987 der Braunschweigischen  
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.159-162



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

## Untersuchung des Geräuschverhaltens von Axialkolbenmaschinen

Dipl.-Ing. Thomas Grahl

Institut für Kolbenmaschinen, Universität Hannover

Das Anwendungsgebiet von Axialkolbenpumpen ist in den letzten Jahren stetig erweitert worden. Dabei hat sich die ohnehin kritische Lage hinsichtlich der Geräuschemission durch zunehmende Leistungsdichte und Konzentration von Maschinen weiter verschärft. Zur Einhaltung der Grenzwerte wird zunächst versucht, mit Hilfe von Sekundärmaßnahmen bereits entstandene Geräusche an der Weiterleitung zu hindern, ohne die zumeist von ihrer Funktion her ausgereiften Konstruktionen zu verändern. Im Bereich der Kolbenmaschinen ist das durch Teil- oder Vollkapselung des Gehäuses und durch zusätzliche Schalldämpfer möglich. Diese zwar wirkungsvollen Maßnahmen ziehen jedoch eine Bauvolumen- und Gewichtszunahme, sowie zusätzliche Kosten, nach sich.

Mit großer Intensität werden daher Möglichkeiten der primären Geräuschminderung untersucht. Wenn es nämlich gelingt, durch konstruktive Änderungen in den Geräuscentstehungsmechanismus einzugreifen und dadurch die Geräuschemission zu senken, kann man den Aufwand für Sekundärmaßnahmen reduzieren.

Dieser Beitrag beschreibt Untersuchungen zum Geräuschverhalten von Axialkolbenpumpen in Schrägachsenbauart (Bild 1), sowie Ansätze zur primären Minderung der Geräuschemission.

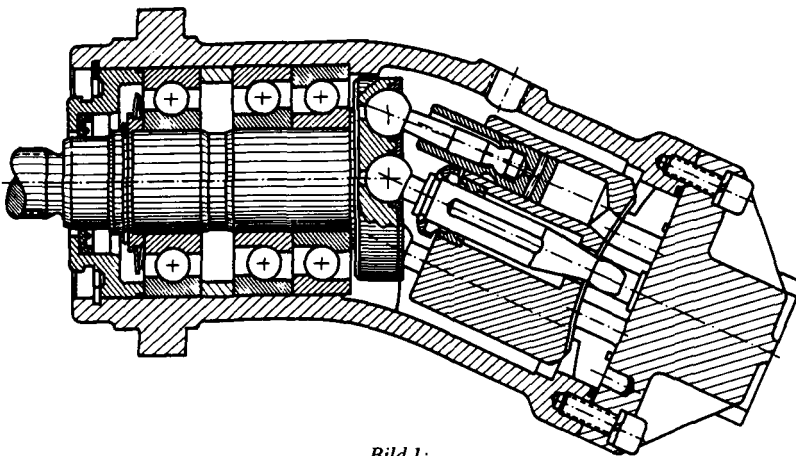


Bild 1:  
*Axialkolbenpumpe in Schrägachsenbauart*

Der periodische Druckverlauf erzeugt eine Kraftanregung der Maschinenstruktur, die nahezu ausschließlich das Geräuschverhalten von Axialkolbenpumpen bestimmt. Bei der Addition der einzelnen Kolbenkräfte zu einer resultierenden Gesamtkraft, entsteht neben einem statischen auch ein dynamischer Anteil, Bild 2. Der dynamische Anteil wird bei der häufig verwendeten Pumpe mit 7 Kolben dadurch erzeugt, daß im Wechsel 3 bzw. 4 Kolben vom Hochdruck beaufschlagt sind. Dieses ist eine Folge der ungeraden Kolbenzahl, die wegen der geringeren kinematisch bedingten Pulsation den geraden Kolbenzahlen vorgezogen wird. Die Amplitude der Kraftanregung wird dabei durch den Betriebsdruck, die Kontur der An- und Abstiegsflanken durch die Umsteuerung der Zylinder bestimmt. Die primäre Geräuschminderung an diesen Systemen bedeutet daher, eine geräuschgünstige Gestaltung des Druckverlaufes im Zylinder während der Umsteuerung (Druckauf- bzw. Druckabbau) zu erreichen. Durch redu-

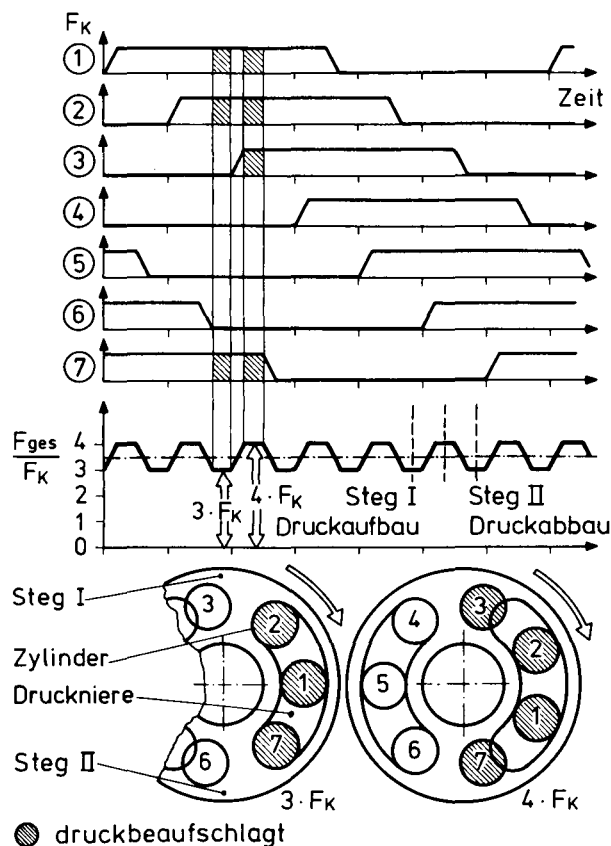


Bild 2:  
Entstehung der axialen Gesamtkraft

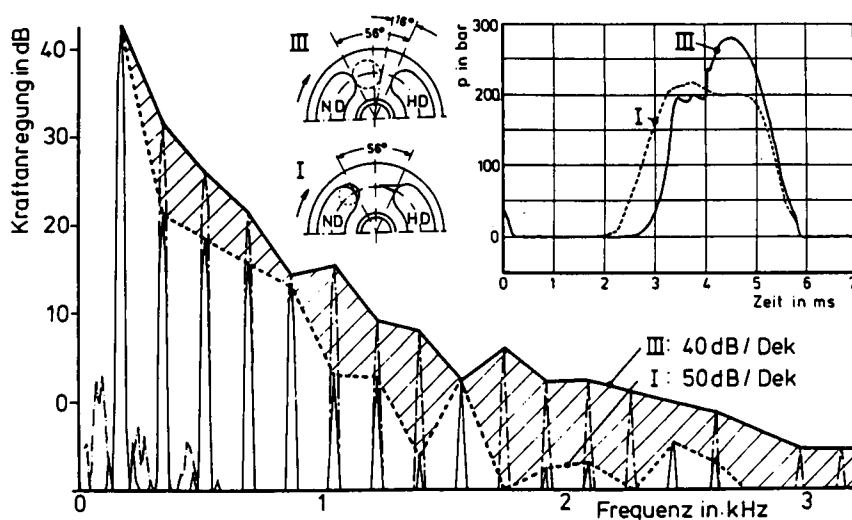


Bild 3:  
Geräuschminderung durch Kerben

zierte Gradienten im Umsteuerverlauf werden Anregungskomponenten vermieden, die im Bereich der physiologisch relevanten Frequenzen liegen.

In der Ölhydraulik sind heute Dämpfungskerben im Steuerspiegel Stand der Technik. Durch sie werden die Strömungsvorgänge zeitlich gedehnt und schlagartige Drucksprünge vermieden. Derartige Maßnahmen verbessern das Geräuschverhalten der Pumpen erheblich, wie Bild 3 zeigt. Aufgetragen sind der der Anregung entsprechende Umsteuerdruck im Zeit- und im Frequenzbereich, sowie die verwendeten Umsteuergeometrien. Spiegel I ist mit Steuerkerben ausgestattet. Man erkennt den gedehnten Druckverlauf bei Verwendung des Spiegels I, der gegenüber Spiegel III zu einer Geräuschabsenkung von ca. 8 dB führt.

Den hier sichtbaren Vorteilen der Dämpfungskerben in Bezug auf die Geräuschminderung stehen oftmals Kavitationsprobleme gegenüber. Besonders bei Anwendung wasserhaltiger Druckflüssigkeiten wird im engen Kerbenquerschnitt während des Absteuerns hoher Druckdifferenzen der Dampfdruck unterschritten. Die dadurch entstehende Kavitation kann, abhängig von den Randbedingungen, zum erosiven Verschleiß angrenzender Bauteile führen. Aus diesem Grunde wurden am IFKO auch Möglichkeiten untersucht, Geräuschminderung ohne den Einsatz von Dämpfungskerben zu erreichen.

Wesentliche Vorteile im Geräuschverhalten ergeben sich, wenn die Steuerzeiten dem jeweiligen Lastpunkt angepaßt werden. Man vermeidet hierdurch Druckausgleichsvorgänge, die entstehen, wenn der Zylinder Verbindung zu einer Niere erhält und zwischen beiden eine Druckdifferenz vorhanden ist. Dieses läßt sich durch die sogenannte Steuerspiegelverdrillung erreichen. Hierbei wird der gesamte Spiegel um

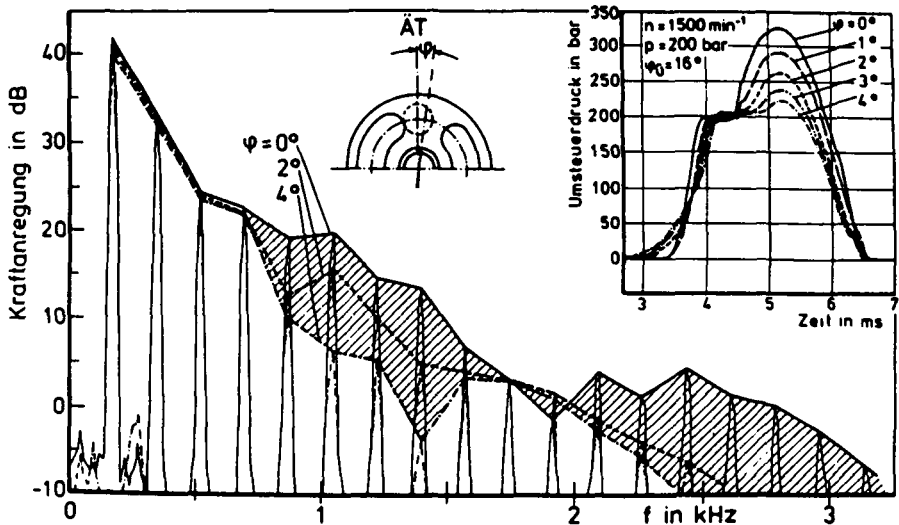


Bild 4:  
Geräuschminderung durch Spiegelverdrillung

seine Mittelachse gedreht. Bild 4 zeigt die Veränderung der Kraftanregung bei variiert Verdrehung. Wie man sieht, beeinflusst auch die Verdrehung in großem Maße die geräuschanregende Kraft. Für den hier dargestellten Fall ist die größte Verdrehung am günstigsten, da in der Überdeckungsphase das Medium im Zylinder auf das Niveau der Druckniete komprimiert wird. Bei niedrigeren Verdrehungswinkeln erfolgt der Druckanstieg im wesentlichen durch Rückstromkompression, die hohe Druckgradienten zur Folge hat.

Es ist leicht vorstellbar, daß die Maßnahmen zur Optimierung des Geräuschverhaltens nur für einen Druck und eine Drehzahl optimale Ergebnisse liefern können. Das gilt sowohl für die Steuerkerben, als auch für die Verdrehung des Spiegels. Bei der Spiegelverdrillung sind jedoch variable Systeme im Labor bereits erfolgreich realisiert worden. In der industriellen Praxis sind solche Systeme bisher jedoch nicht angenommen worden. Zum einen sind die Konstruktionen noch nicht ausgereift, zum anderen erhöht der zusätzliche Fertigungsaufwand die Herstellungskosten. Die zunehmenden Bestrebungen zur Humanisierung der Arbeitswelt lassen es jedoch erwarten, daß in der Zukunft auch variable Umsteuersysteme bei Serienpumpen Verwendung finden werden.